

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

VAPOR DRYER AND NUCLEAR POWER PLANT

Patent Number: JP2001041410
Publication date: 2001-02-13
Inventor(s): NAKAO SHUNJI; MURASE MICHIO
Applicant(s): HITACHI LTD
Requested Patent: ☐ JP2001041410
Application Number: JP19990210492 19990726
Priority Number(s):
IPC Classification: F22B37/30; B01D53/26
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively remove liquid droplets even when a liquid droplet flow rate in vacuum is increased by increasing a heat output.

SOLUTION: The present vapor dryer includes a corrugated panel in which a bent flow passage is provided for capturing liquid droplets from vapor flowing in the flow passage, and a perforated plate through which many through-holes are formed for equalizing vapor. Herein, there are disposed an upper stream side corrugated panel section 77 on an upstream side in the flow direction of vapor and a downstream side corrugated panel section 78 on a downstream side. An inlet perforated plate 71 is provided between the upstream side corrugated panel section 77 and the downstream side corrugated panel section 78. An outlet perforated plate 73 is installed on the vapor outlet side of the downstream side corrugated panel section 78.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

FD

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-41410

(P2001-41410A)

(43)公開日 平成13年2月13日(2001.2.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード*(参考)
F 2 2 B 37/30		F 2 2 B 37/30	L 4 D 0 5 2
			A
B 0 1 D 53/26		B 0 1 D 53/26	A
			Z

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平11-210492

(22)出願日 平成11年7月26日(1999.7.26)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 中尾 俊次

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(72)発明者 村瀬 道雄

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株

式会社日立製作所電力・電機開発本部内

(74)代理人 100098017

弁理士 吉岡 宏嗣

Fターム(参考) 4D052 AA00 AA02 BA00 BB02 BB04

BB07 EA00 FA00 GA01 GA03

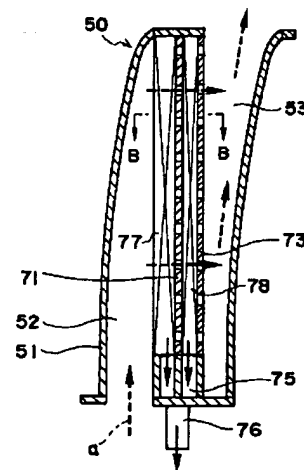
GA04 GB00 GB01 GB03

(54)【発明の名称】 蒸気乾燥器および原子カプラント

(57)【要約】

【課題】 熱出力を増加させて蒸気中の液滴流量が増大しても、その液滴を効率良く除去する。

【解決手段】 蒸気乾燥器には、屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する波板部と、多数の貫通孔が形成され蒸気を整流する多孔板とが設けられている。このような蒸気乾燥器において、波板部を蒸気の流れ方向に沿って上流側に上流側波板部77を、下流側に下流側波板部78をそれぞれ配置する。そして、上流側波板部77と下流側波板部78との間に入口多孔板71を設置する。下流側波板部78の蒸気出口側には出口多孔板73を設置する。



50:蒸気乾燥器
51:フード
71:入口多孔板
73:出口多孔板
75:ドレン板
76:ドレン管
77:上流側波板部
78:下流側波板部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する液滴捕獲部と、多数の貫通孔が形成され前記液滴捕獲部内の蒸気を整流する複数の多孔板とを備えた蒸気乾燥器において、前記液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側とに分割するとともに、上流側液滴捕獲部と下流側液滴捕獲部との間に前記多孔板の一つを介在させて、上流側液滴捕獲部、下流側液滴捕獲部および多孔板を一体化した蒸気乾燥器ユニットを設けたことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項2】 請求項1に記載の蒸気乾燥器において、前記上流側液滴捕獲部は、蒸気の流れ方向に沿った長さが前記下流側液滴捕獲部の長さより長いことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項3】 請求項1に記載の蒸気乾燥器において、前記上流側液滴捕獲部は、蒸気の流れ方向に沿った長さが前記下流側液滴捕獲部の長さよりも長いことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項4】 屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する液滴捕獲部と、多数の貫通孔が形成され前記液滴捕獲部内の蒸気を整流する複数の多孔板とを備えた蒸気乾燥器において、前記液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側に分割して、それぞれユニット構造をなした上流側蒸気乾燥器ユニットおよび下流側蒸気乾燥器ユニットを設けるとともに、前記上流側蒸気乾燥器ユニットの蒸気出口側に前記多孔板の一つを取り付けたことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項5】 屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する液滴捕獲部と、多数の貫通孔が形成され前記液滴捕獲部内の蒸気を整流する複数の多孔板とを備えた蒸気乾燥器において、前記液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側に分割して、それぞれユニット構造をなした上流側蒸気乾燥器ユニットおよび下流側蒸気乾燥器ユニットを設けるとともに、前記下流側蒸気乾燥器ユニットの蒸気入口側に前記多孔板の一つを取り付けたことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項6】 屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する液滴捕獲部と、多数の貫通孔が形成され前記液滴捕獲部内の蒸気を整流する複数の多孔板と、前記液滴捕獲部および前記多孔板を覆い且つ液滴捕獲部および多孔板に蒸気を導くためのフードとを備え、一つのフードで覆われた一組の液滴捕獲部および多孔板を一つの蒸気乾燥器ユニットとしたときに、該蒸気乾燥器ユニットが複数組設けられた蒸気乾燥器において、前記フードの外表面にフード表面との間に隙間を持って設けられた板状部材と、前記板状部材の上方に設けられ

液滴を捕獲する液滴捕獲板とを備え、隣接する前記蒸気乾燥器ユニットからの蒸気を前記板状部材に衝突させ、該板状部材に沿って流れてきた蒸気中の液滴を前記液滴捕獲板で捕獲して前記隙間内へ導くことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項7】 請求項6に記載の蒸気乾燥器において、前記蒸気乾燥器ユニットとして、請求項1～3のいずれかに記載の蒸気乾燥器ユニットを設けたことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項8】 請求項6に記載の蒸気乾燥器において、前記蒸気乾燥器ユニットとして、請求項4又は5に記載の上流側蒸気乾燥器ユニットおよび下流側蒸気乾燥器ユニットを設けたことを特徴とする蒸気乾燥器。

【請求項9】 請求項1～8のいずれかに記載の蒸気乾燥器を設けたことを特徴とする原子力プラント。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子炉の気水分離器からの蒸気を取り込んで蒸気中に含まれる液滴を除去する蒸気乾燥器、および該蒸気乾燥器が設置された原子力プラントに関する。

【0002】

【従来の技術】原子力発電プラントには、蒸気タービンの健全性を維持するために、気水分離器と蒸気乾燥器とで構成される気水分離システムが設置されている。気水分離器は原子炉の加熱で発生した蒸気を冷却水から分離し、蒸気乾燥器は分離された蒸気から液滴を除去する。そして、蒸気乾燥器によって液滴量が一定値以下に調整された蒸気が蒸気タービンに供給される。

【0003】このような気水分離システムが設置された原子力発電プラントの一例を図15に示す。図15は改良型沸騰水型原子炉の縦断面図で、原子炉圧力容器1内部のシュラウド3内に炉心2が設置されている。炉心2では蒸気が発生し、その蒸気は冷却水と混合状態で上部プレナム8を経由して、シュラウドヘッド4に多数設置された気水分離器12に流入し、ここで液滴を含む蒸気と冷却水とに分離される。分離された冷却水は、給水管10からの給水と混合してダウンカマ5を通り、インターナルポンプ6で駆動されて、下部プレナム7を経由して炉心2に再循環される。一方、液滴を含む蒸気は、蒸気乾燥器50で液滴を除去された後、主蒸気管9を経由して図示していない蒸気タービンに供給され、該蒸気タービンを回転させ発電機を回転駆動させる。蒸気タービンおよび発電機を回転駆動させた蒸気は、図示していない復水器や給水加熱器を通り、その後、給水管10から原子炉圧力容器1内に供給される。

【0004】図16は蒸気乾燥器50の詳細構造を示した縦断面図、図17は図16のA-A線に沿った断面図である。気水分離器12では流入した冷却水の約99%以上が分離・排水される。1%弱の冷却水は、液滴とし

て蒸気に含まれて蒸気乾燥器50に流入する。図の破線の矢印aは、このような液滴を含む蒸気流を示している。液滴を含む蒸気はフード51内側の入口流路52を經由して、主に入口多孔板71、波板部55および出口多孔板73で構成される蒸気乾燥器ユニット700に流入する。入口多孔板71を通過した運動量が大い液滴は、波板部55の屈曲した流路55Aの側壁に衝突し、液膜を形成してスリット55Bからポケット55Cに流入する。ポケット55Cに流入した液滴は重力によってポケット55C内を流下し、ドレン樋75に集められた後、ドレン管76を經由して、図15の蒸気乾燥器スカート11と原子炉圧力容器1との間に排水される。一方、波板部55で液滴を除去された蒸気は、出口多孔板73を通った後、フード51外側の出口流路53を經由して図15の主蒸気管9を經由して蒸気タービンに供給される。

【0005】このようにして、蒸気乾燥器50に流入した液滴の約99%が除去される。つまり、気水分離器12に流入した冷却水は、気水分離器12で約百分の1に、蒸気乾燥器50で約1万分の1まで低減される。主蒸気管9での出口湿分（蒸気に含まれる液滴の質量流量の割合）の制限値0.1%以下に対し、約0.01%と極めて良好な気水分離性能が実現されている。原子炉の炉心2で発生した蒸気を蒸気タービンに供給する沸騰水型原子炉においては、冷却水（液滴）に含まれる放射性物質を低減し、蒸気タービン系統の放射線レベルを低減するためにも、良好な気水分離性能の維持は極めて重要である。現在の蒸気乾燥器50の液滴除去性能は極めて高いが、入口での液滴量に制限があり、気水分離器12からの液滴量が大幅に増大すると対応できなくなる。

【0006】一方、電気料金の低減が強く求められており、燃料費が安く建設費が高い原子力発電プラントにおいては建設単価（建設費÷発電量）の大幅な低減が求められている。建設単価を低減する最も有効な手段は、炉心2の熱出力と発電量を増加することである。この場合、炉心2を冷却するために冷却水流量を増加する必要があり、熱出力増加により炉心2での蒸気発生量も増加する。蒸気発生量と蒸気流量が増加すると、蒸気乾燥器50の性能が低下し、出口湿分が増加するため、蒸気乾燥器50の性能向上が必要になる。

【0007】蒸気乾燥器の液滴捕獲性能を向上させる公知技術としては、例えば、特開平8-338605号公報や特開平9-79502号公報に記載のものがある。これらの公知技術は、波板部を1段もしくは2段にして波板部の小型化を図ったものである。すなわち、図17に示すように、以前は波板部はI～IVと4段であったが、これを1段もしくは2段にして波板部を小型化して、より多くの波板部を設置できるようにしている。これにより、入口面積を拡大して蒸気流速を減速し、出口湿分が急増するブレイクスルー条件を改善するとともに

に、波板の角度をきつくして液滴捕獲性能を向上させている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の特開平8-338605号公報や特開平9-79502号公報の蒸気乾燥器においては、炉心の熱出力を増加させて蒸気発生量が多くなると、蒸気中の液滴流量も増大して出口湿分が上昇する。その結果、蒸気タービンの健全性を維持することが難しくなるという問題がある。

【0009】本発明の目的は、熱出力を増加させて蒸気中の液滴流量が増大しても、その液滴を効率良く除去することのできる蒸気乾燥器、および該蒸気乾燥器を設置した原子力プラントを提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する液滴捕獲部と、多数の貫通孔が形成され液滴捕獲部内の蒸気を整流する複数の多孔板とを備えた蒸気乾燥器において、液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側とに分割するとともに、上流側液滴捕獲部と下流側液滴捕獲部との間に多孔板の一つを介在させて、上流側液滴捕獲部、下流側液滴捕獲部および多孔板を一体化した蒸気乾燥器ユニットを設けたことを特徴としている。

【0011】多孔板入口の湿度が小さいほど多孔板での液滴捕獲機能は大きくなる。上記構成のように液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側に分割し、上流側液滴捕獲部と下流側液滴捕獲部との間に多孔板を介在させると、多孔板が無い上流側液滴捕獲部で液滴が捕獲された分だけ、多孔板入口の湿度が小さくなり、その結果、当該多孔板での液滴捕獲機能が向上し、蒸気乾燥器全体の液滴捕獲機能を向上させることができる。

【0012】上流側液滴捕獲部は、蒸気の流れ方向に沿った長さが下流側液滴捕獲部の長さにも等しくてもよいし、下流側液滴捕獲部の長さよりも長くてもよい。

【0013】上記構成の蒸気乾燥器では、上流側液滴捕獲部、下流側液滴捕獲部および多孔板が一体化されたものであるが、上流側液滴捕獲部と下流側液滴捕獲部を別々のユニットで構成することもできる。すなわち、本発明は、上記と同様な構成の蒸気乾燥器において、液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側に分割して、それぞれユニット構造をなした上流側蒸気乾燥器ユニットおよび下流側蒸気乾燥器ユニットを設けるとともに、上流側蒸気乾燥器ユニットの蒸気出口側に多孔板の一つを取り付けたことを特徴としている。

【0014】また、上流側蒸気乾燥器ユニットと下流側蒸気乾燥器ユニットを設けた場合、多孔板を下流側蒸気乾燥器ユニットの方に取り付けられることもできる。すなわち、本発明は、上記と同様な構成の蒸気乾燥器におい

て、液滴捕獲部を蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側に分割して、それぞれユニット構造をなした上流側蒸気乾燥器ユニットおよび下流側蒸気乾燥器ユニットを設けるとともに、下流側蒸気乾燥器ユニットの蒸気入口側に多孔板の一つを取り付けたことを特徴としている。

【0015】また、本発明は、屈曲した流路が設けられ該流路内を流れる蒸気から液滴を捕獲する液滴捕獲部と、多数の貫通孔が形成され液滴捕獲部内の蒸気を整流する複数の多孔板と、液滴捕獲部および多孔板を覆い且つ液滴捕獲部および多孔板に蒸気を導くためのフードとを備え、一つのフードで覆われた一組の液滴捕獲部および多孔板を一つの蒸気乾燥器ユニットとしたときに、該蒸気乾燥器ユニットが複数組設けられた蒸気乾燥器において、フードの外表面にフード表面との間に隙間を持って設けられた板状部材と、板状部材の上方に設けられ液滴を捕獲する液滴捕獲板とを備え、隣接する蒸気乾燥器ユニットからの蒸気を板状部材に衝突させ、該板状部材に沿って流れてきた蒸気中の液滴を液滴捕獲板で捕獲して前記隙間内へ導くことを特徴としている。

【0016】上記構成によれば、蒸気乾燥器ユニットからの蒸気は板状部材に衝突し、板状部材上を蒸気流に乗って上昇し、液滴捕獲板で捕獲される。捕獲された液滴は、フードと板状部材との間の隙間を流下して排出される。その結果、液滴捕獲機能が更に向上し、蒸気乾燥器全体の液滴捕獲機能をより一層向上させることができる。なお、蒸気乾燥器ユニットとしては、上流側液滴捕獲部、下流側液滴捕獲部および多孔板が一体化されたものでもよいし、上流側液滴捕獲部と下流側液滴捕獲部とが別々になったものでもよい。

【0017】また、本発明の蒸気乾燥器は原子力プラントに設置することができる。本発明の蒸気乾燥器を設置すれば、出口湿分が低い原子力プラントを実現することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に従って説明する。

(実施の形態1) 図1は本発明の実施の形態1による蒸気乾燥器の縦断面図、図2は図1のB-B線に沿った断面図である。本実施の形態の蒸気乾燥器50は、液滴捕獲部としての波板部が蒸気の流れ方向に沿って上流側と下流側とに分割されている。すなわち、蒸気の流れ方向に沿って上流側には上流側波板部77が、下流側には下流側波板部78がそれぞれ配置され、上流側波板部77と下流側波板部78との間には入口多孔板71が設けられている。また、下流側波板部78の蒸気出口側には出口多孔板73が設けられている。入口多孔板71および出口多孔板73には多数の貫通孔が形成されている。そして、上流側波板部77、入口多孔板71、下流側波板部78および出口多孔板73は一体的に構成され、蒸気乾燥器ユニットを構成している。

【0019】上流側波板部77および下流側波板部78には、図2に示すように、波形状に屈曲した流路77A、78Aが設けられ、これらの流路77A、78Aの側壁には複数箇所にスリット77B、78Bが形成されている。また、流路77A、78Aの近傍はポケット77C、78Cが設けられ、流路77A、78Aはスリット77B、78Bを介してそれぞれポケット77C、78Cに連通している。ポケット77C、78Cは、図2においては図の垂直方向に設けられ、その下方先端は、図1に示したドレン樋75に連通し、さらにドレン樋75はドレン管76に接続されている。

【0020】上記構成において、気水分離器12(図15参照)からの液滴を含む蒸気は、図1に示した破線の矢印aのように、蒸気乾燥器50のフード51内側の入口流路52を経由して上流側波板部77に流入し、ここで蒸気中の液滴のかなりの割合が除去され、その後、入口多孔板71を経由して下流側波板部78に流入し、ここで蒸気中の残りの液滴が除去される。すなわち、液滴は運動量が大きいので、流路77A、78A内を流れる際に、流路77A、78Aの側壁に衝突して流路77A、78Aの側面上に液膜を形成する。その液膜は、スリット77B、78Bを介してポケット77C、78Cに流入し、重力によってポケット77C、78C内を流下してドレン樋75に集められ、更にドレン管76を経由して、図15に示した蒸気乾燥器スカート11と原子炉圧力容器1との間に排水される。

【0021】一方、上流側波板部77および下流側波板部78で液滴が除去された蒸気は、出口多孔板73からフード51外側の出口流路53を経由して、主蒸気管9(図15参照)から蒸気タービンに供給される。

【0022】ところで、従来は、図17に示すように、波板部55は4段(I~IV)で一つの蒸気乾燥器ユニットを構成している。これに対して、本実施の形態では、図2に示すように、上流側波板部77および下流側波板部78が共に2段(I~II)で構成され、また上流側波板部77と下流側波板部78との間に入口多孔板71が配置されている。以下、本実施の形態における機能について説明する。

【0023】まず、入口多孔板71の機能について説明する。多孔板は入口多孔板71および出口多孔板73の二つが用いられており、蒸気流中の液滴を除去する機能と、流路77A、78A内の高さ方向の流速分布を一樣にするための流動抵抗体としての機能がある。流速分布を一樣にするために、入口多孔板71上の貫通孔は径が上方から下方に向かって順次小さくなるように形成され、出口多孔板73上の多数の貫通孔は径が上方から下方に向かって順次大きくなるように形成されている。

【0024】図3は入口多孔板71による液滴捕獲の説明図である。図1の蒸気流aによって運ばれる液滴の一部は上流側の入口多孔板71の貫通孔を通過するが、残

りの液滴は、入口多孔板71に衝突し、一部は液滴として再飛散するとともに残りは液膜となって重力によって下方に流れ落ちる。この時、下方に流れ落ちる液膜は、入口多孔板71の貫通孔の所を通る際に、蒸気の流れによって貫通孔を通過して下流側に押し込まれる。この押し込まれた液膜が蒸気流によって破断すると液滴が発生する。つまり、入口多孔板71に流入した液滴流量に対する、貫通孔を通過する液滴流量の割合が小さいほど入口多孔板71での液滴捕獲率が大きいことになる。図3は、入口多孔板71の入口における湿度と、この液滴捕獲率の関係を示している。図3から分かるように、入口湿度が大きいほど入口多孔板71の液滴捕獲率が小さくなる。

【0025】次に、上流側波板部77および下流側波板部78による液滴捕獲率について説明する。波板部による捕獲率については、図4に示す実験結果が(社)日本原子力学会「1993春の年会」D23に報告されている。この実験では、入口多孔板を設置しないで波板部だけの試験体を用いている。横軸は波板部の長さ方向の位置を示している。縦軸は各位置を通過する液滴流量の相対値である。入口の液滴流量を1.0とすると、波板部の一段目(図17のIの部分)の位置では液滴流量は約0.2になっている。すなわち、一段目の位置で0.8の液滴が捕獲されたことを示している。同様の考え方で、二段目(図17のIIの部分)の位置では0.15の液滴が捕獲されている。三段目(図17のIIIの部分)と四段目(図17のIVの部分)の位置では、液滴捕獲率が小さく液滴流量が僅かに減少しているだけである。図4の縦軸は湿度に対応しており、湿度は波板部の下流側に行くほど小さくなっていることが分かる。

【0026】図5は、入口多孔板71と波板部を含む蒸気乾燥器ユニットによる液滴捕獲の説明図である。横軸は入口多孔板71からの距離、縦軸は各位置における湿度である。細い線は従来技術での湿度、太い実線は本実施の形態(図では本発明と記す。以下同じ。)での湿度である。まず、従来技術による波板部55(図17参照)では、湿度は図4で説明したように波板部入口は出口よりもはるかに大きい。したがって、波板部55の入口多孔板71による液滴捕獲率は図3のように小さく(例えばX2)、入口多孔板71では湿度は若干低下する程度である。特に、波板部55の一段目と二段目での液滴捕獲率は図4で示したように大きい。したがって、この位置を液滴が通過すると湿度が大きく低下する。三段目と四段目での液滴捕獲率は図4で示したように小さいため、この位置での湿度は徐々に低下する。

【0027】次に、波板部を上流側波板部77と下流側波板部78に分割して、その間の位置に入口多孔板71を設置したことによる、湿度への影響について説明する。従来の波板部には波板位置に多孔板がないため、こ

の位置では湿度は変化しない。波板部内部に入ると、一段目と二段目での液滴捕獲率は図4で示したように大きい。この位置を液滴が通過すると湿度が大きく低下する。波板部での高さ方向の流速分布は、入口多孔板71と多孔板73の貫通孔の流動抵抗で決まるが、上流側波板部の長さが短いために、その位置での流速分布は入口多孔板71を従来技術のように波板入口に置いた場合と同様と考えられる。したがって、上流側波板部77の位置での液滴捕獲率は従来技術と同様であるため、この位置での湿度の低下割合も従来技術と同様である。

【0028】本実施の形態では、上流側波板部77と下流側波板部78の間に入口多孔板71を設置している。この位置では、湿度は波板入口よりも十分小さくなっている。したがって、本実施の形態での入口多孔板71による液滴捕獲率は図3のように大きく(例えばX1)、湿度はかなり低下する。三段目と四段目での液滴捕獲率は従来技術と同様である。

【0029】図6は、蒸気乾燥器の液滴捕獲性能の比較図である。蒸気乾燥器50の出口湿分は、蒸気流量が増加するかもしれないが入口湿分が増加すると、急激に増加して制限値0.1%を超える。これをブレイクスルーと呼び、蒸気乾燥器50の使用制限条件にしている。本実施の形態の蒸気乾燥器では従来技術よりも液滴捕獲率が向上するために、入口湿分や蒸気流量が増加に対して、使用制限条件に余裕ができる。

【0030】以上のように本実施の形態によれば、波板部を上流側波板部77と下流側波板部78に分割して、その間に位置に入口多孔板71を設置したので、入口多孔板71での液滴捕獲率が従来技術より向上する分だけ、蒸気乾燥器50の出口湿分を低減させることができる。また、図2のように上流側波板部77と下流側波板部78を同じ形状にすることができるので、波板部の製作工程を同じとすることが可能で、製作上有利になる。

【0031】(実施の形態2)図7は本発明の実施の形態2による蒸気乾燥器の縦断面図、図8は図7のC-C線に沿った断面図である。本実施の形態の特徴は、上流側波板部77が下流側波板部78より長いことである。

【0032】本実施の形態によれば、上流側波板部77と下流側波板部78の長さが異なるので、製作上の容易さは実施の形態1の場合より若干劣るが、入口多孔板71が湿度の小さい下流側に設置されているので、入口多孔板71による液滴捕獲率が大きくなる。このため、図6に示したように蒸気乾燥器50の制限流量を大幅に増加させることができる。

【0033】(実施の形態3)図9は本発明の実施の形態3による蒸気乾燥器の縦断面図である。蒸気乾燥器ユニットは波板部と多孔板で構成され、従来技術では例えば図15に示したように一つの蒸気乾燥器ユニット700が設けられていたが、本実施の形態では蒸気の流れ方

向に沿って上流側に上流側蒸気乾燥器ユニット710が、下流側に下流側蒸気乾燥器ユニット720が設けられている。

【0034】上流側蒸気乾燥器ユニット710および下流側蒸気乾燥器ユニット720には、波板部77、78の上部に天板80が設けられ、該天板80上に上部プレート79が取り付けられている。上流側蒸気乾燥器ユニット710および下流側蒸気乾燥器ユニット720は共に底板82上にサポート81を介して固定されている。

【0035】また、本実施の形態では、上流側蒸気乾燥器ユニット710の蒸気出口側に入口多孔板71が取り付けられ、また下流側蒸気乾燥器ユニット720の蒸気出口側に出口多孔板73が取り付けられている。

【0036】上記構成の場合も、上流側蒸気乾燥器ユニット710と下流側蒸気乾燥器ユニット720との間の位置に入口多孔板71が配置されているので、実施の形態1の場合と同様な作用効果を得ることができる。また、上流側蒸気乾燥器ユニット710および下流側蒸気乾燥器ユニット720が全く同じ形状であるから、製作が容易である。

【0037】(実施の形態4) 図10は本発明の実施の形態4による蒸気乾燥器の縦断面図である。本実施の形態でも蒸気の流れ方向に沿って上流側に上流側蒸気乾燥器ユニット710が、下流側に下流側蒸気乾燥器ユニット720が設けられている。本実施の形態の特徴は、多孔板が上流側蒸気乾燥器ユニット710には設けられておらず、下流側蒸気乾燥器ユニット720にのみ設けられていることである。すなわち、上流側蒸気乾燥器ユニット710には蒸気入口側および蒸気出口側のどちらにも多孔板は取り付けられていないが、下流側蒸気乾燥器ユニット720には蒸気入口側に入口多孔板71が、蒸気出口側に出口多孔板73がそれぞれ取り付けられている。

【0038】本実施の形態の場合も、上流側蒸気乾燥器ユニット710と下流側蒸気乾燥器ユニット720との間の位置に入口多孔板71が配置されているので、実施の形態1の場合と同様な作用効果を得ることができる。また、下流側蒸気乾燥器ユニット720に対してだけ入口多孔板71および出口多孔板73を取り付けられよいので、その取付作業が容易となる。

【0039】(実施の形態5) 図11は本発明の実施の形態5による蒸気乾燥器の縦断面図、図12は図11のD-D線に沿った断面図である。本実施の形態の特徴は、蒸気乾燥器の出口流路に改良を加えたことである。すなわち、本実施の形態では、フード51外表面の上端部および中間部に液滴捕獲板としてのピックオフプレート91が取り付けられている。また、ピックオフプレート91の下方には、フード51に沿って湾曲し且つフード51外表面との間に隙間を持って板状部材92が設けられている。上記隙間はドレンチャンネル93を形成し

ている。このようなドレンチャンネル93を形成するには、例えば図のように支持部材96を用いればよい。

【0040】ピックオフプレート91はその先端部が下方に湾曲し、また板状部材92の上部先端との間に隙間が形成されている。フード51の中間部に取り付けられたピックオフプレート91には、開口面積の小さい貫通孔95が形成されている。なお、94は仕切り部材である。また、蒸気乾燥器ユニットとしては、図16に示した従来技術のものが用いられている。

【0041】従来の蒸気乾燥器では、蒸気流速が大きくなると、図13に示すように波板部55から液滴sが流出するようになる。流路出口Yでの湿度は波板部55の出口Xでの湿度よりも一桁以上小さい。しかし、図13に示すように、波板部55を流出する液滴sの大部分はフード51の外表面に衝突して付着するが、蒸気流速が大きいために落下せず、フード51上を搬送されフード51上端から液滴となって飛散する。これが蒸気乾燥器50の流路出口Yでの湿分を増加させる要因になっている。

【0042】本実施の形態では、上記したようにピックオフプレート91と板状部材92が設けられているので、波板部55からの液滴sは、板状部材92に衝突してその表面上に付着する。そして、板状部材92の表面上に付着した液滴は蒸気流によって上昇し、ピックオフプレート91と板状部材92先端との間の隙間からドレンチャンネル93内に飛び込む。このとき、ピックオフプレート91の先端部が下方に湾曲しているので、板状部材92上を上昇してきた液滴を、ピックオフプレート91で捕獲して、ドレンチャンネル93内に確実に飛び込ませることができる。

【0043】ドレンチャンネル93内に飛び込んだ液滴は、ドレンチャンネル93を下降してドレン樋75に落ちる。ここで、波板部55を出た蒸気流は、出口流路53に生じる圧力勾配によって、ドレンチャンネル93内を上昇する。この上昇流に対して液滴を落下させるためには、上昇流の速度を小さくする必要がある。本実施の形態では、フード51の中間部に取り付けられたピックオフプレート91には、開口面積の小さい貫通孔95が形成されている。このため、ドレンチャンネル93内における蒸気の上昇流は抑制され、ドレンチャンネル93内で液滴を容易に下降させることができる。

【0044】本実施の形態では、ドレンチャンネル93を上下に二段設けているが、一段でも複数段でも液滴捕獲率は向上する。また、本実施の形態では蒸気乾燥器ユニットは図16に示したのものであったが、上述した実施の形態1～4のいずれかの蒸気乾燥器ユニットを設置することも可能である。このようにすると、蒸気乾燥器の液滴捕獲率は更に向上する。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

蒸気乾燥器全体の液滴捕獲機能が向上して、蒸気に含まれる液滴を効率良く除去することのできるの、炉心の熱出力を増加させても、十分に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1による蒸気乾燥器の縦断面図である。

【図2】図1のB-B線に沿った断面図である。

【図3】入口多孔板による液滴捕獲の説明図である。

【図4】波板部による液滴捕獲の説明図である。

【図5】蒸気乾燥器ユニットによる液滴捕獲の説明図である。

【図6】液滴捕獲性能の比較図である。

【図7】本発明の実施の形態2による蒸気乾燥器の縦断面図である。

【図8】図7のC-C線に沿った断面図である。

【図9】本発明の実施の形態3による蒸気乾燥器の縦断面図である。

【図10】本発明の実施の形態4による蒸気乾燥器の縦断面図である。

【図11】本発明の実施の形態5による蒸気乾燥器の縦断面図である。

【図12】図11のD-D線に沿った断面図である。

【図13】フード外表面での液滴の挙動を示した説明図である。

【図14】実施の形態4によるフード外表面での液滴の挙動を示した説明図である。

【図15】改良型沸騰水型原子炉の縦断面図である。

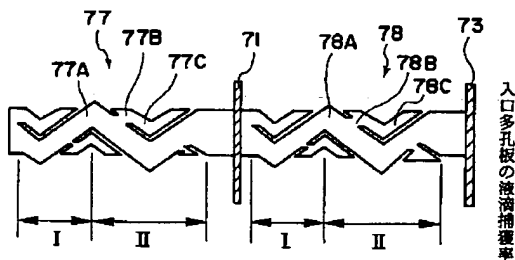
【図16】従来技術による蒸気乾燥器の縦断面図である。

【図17】図16のA-A線に沿った断面図である。

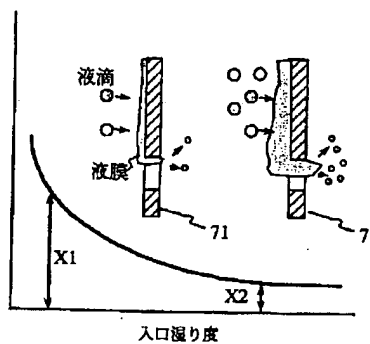
【符号の説明】

- 50 蒸気乾燥器
- 51 フード
- 52 入口流路
- 53 出口流路
- 55 波板部
- 71 入口多孔板
- 73 出口多孔板
- 75 ドレン樋
- 76 ドレン管
- 77 上流側波板部
- 78 下流側波板部
- 77A, 78A 流路
- 77B, 78B スリット
- 77C, 78C ポケット
- 91 ピックオフプレート
- 92 板状部材
- 93 ドレンチャンネル
- 95 貫通孔
- 700 蒸気乾燥器ユニット
- 710 上流側蒸気乾燥器ユニット
- 720 下流側蒸気乾燥器ユニット

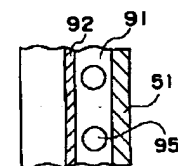
【図2】



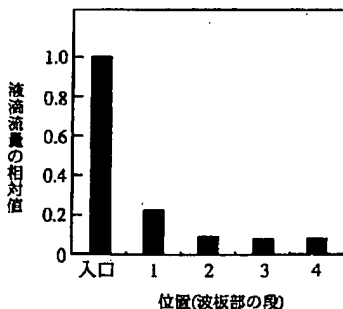
【図3】



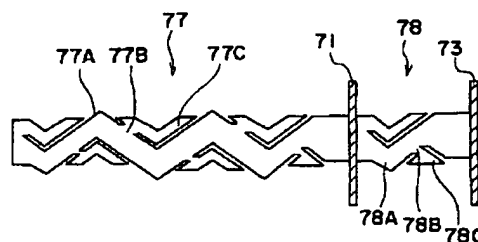
【図12】



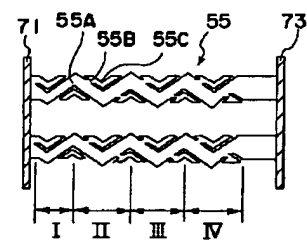
【図4】



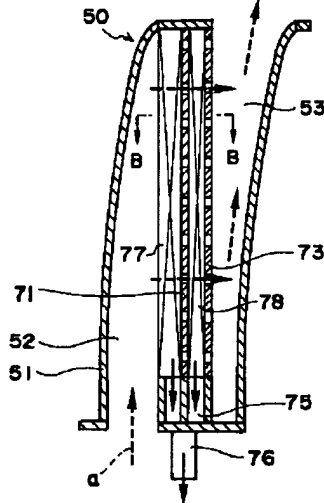
【図8】



【図17】

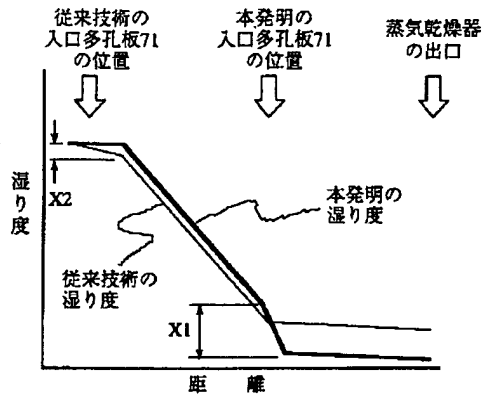


【図1】

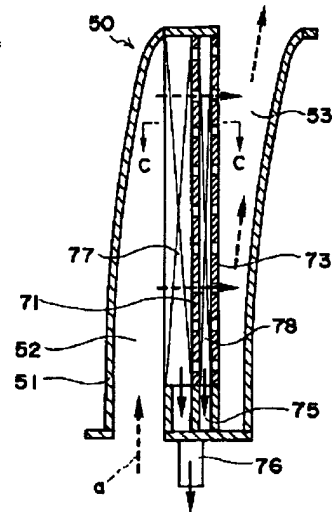


50:蒸気乾燥器
51:フード
71:入口多孔板
73:出口多孔板
75:ドレン樋
76:ドレン管
77:上流側波板部
78:下流側波板部

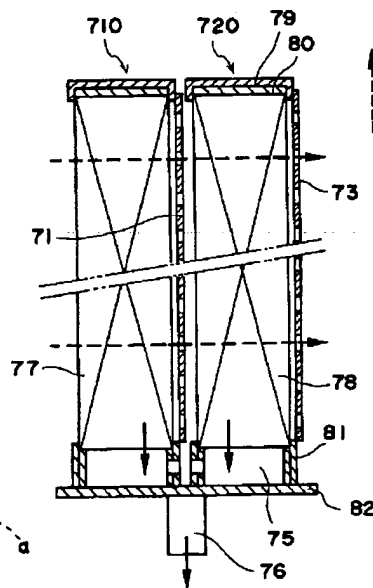
【図5】



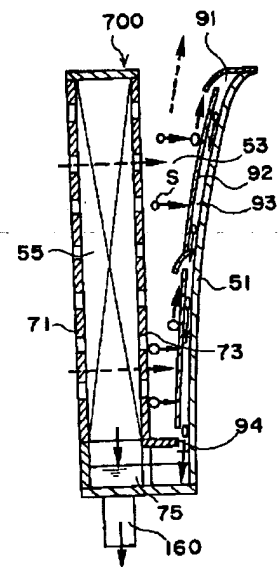
【図7】



【図9】

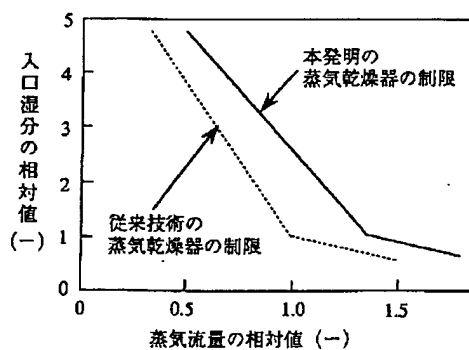


【図14】

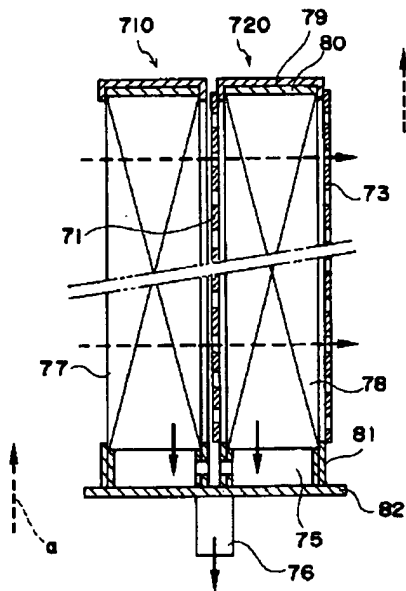


710:上流側蒸気乾燥器ユニット
720:下流側蒸気乾燥器ユニット

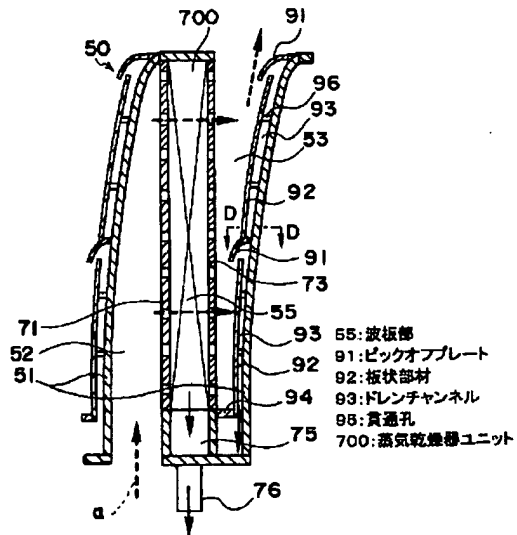
【図6】



【図10】

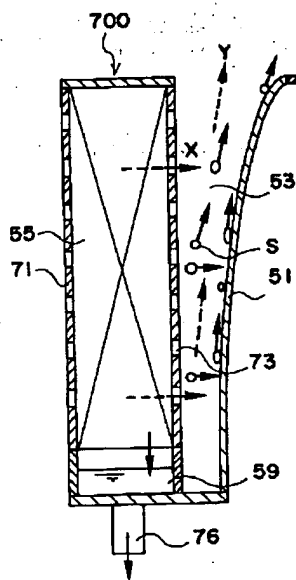


【図11】

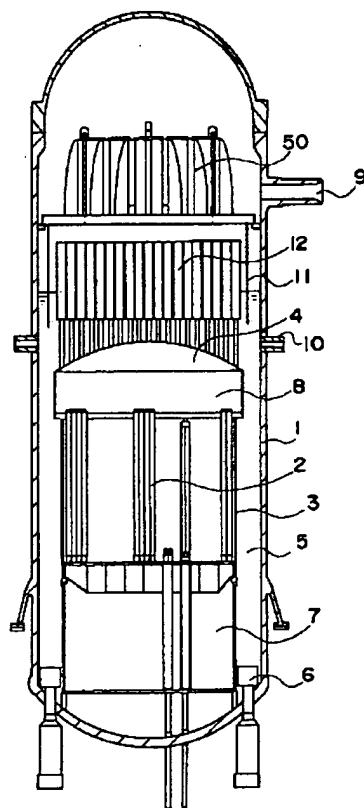


55: 波板部
91: ピックオフプレート
92: 板状部材
93: ドレンチャンネル
94: 貫通孔
700: 蒸気乾燥機ユニット

【図13】



【図15】



【図16】

